

المحاضرة الاولى المقدمة:

تعد الالفات الحشرية من أهم المشاكل التي تواجه البشرية على مدى العصور وحتى الوقت الحاضر، وقد حاول الإنسان السيطرة على هذه الكائنات التي تهاجم محاصيله الزراعية وحيواناته ومنتجاتها لكنه لم يفلح في تقليل الاضرار الناشئة عنها. ومن سوء الحظ أن كثيراً من هذه الطرائق التي استعملها الإنسان قد أصبحت غير فعالة بالإضافة إلى تأثيرها على البيئة التي يعيش فيها. وأن مدنية الإنسان وتطور أساليبه العلمية خاصة خلال القرن الماضي استطاع ايجاد العديد من وسائل السيطرة الفعالة لحل هذه المشكلة. ومنها المبيدات الكيميائية التي اعتمد عليها ولازال استعمالها على نطاق واسع وخاصة في البلدان النامية. ولما كان لهذه المواد الكيميائية تأثيرها السلبي ومشاكلها المتعددة على الإنسان والبيئة بدأ المختصون في مجال وقاية النبات البحث عن بدائل لها. إذ توصلوا من خلال دراسة سلوك هذه الالفات وعاداتها من قبل الباحثين والكيميائيين في التعرف على وسيلة التخاطب الكيميائي بين افرادها، وساعد على ذلك التطور الهائل الذي حصل في مجال التحليل الكيميائي الدقيق إذ ادى ذلك إلى اكتشاف ما يعرف بالفرمونات تلك المواد الكيميائية المتخصصة وغير المؤثرة على الأنظمة البيئية التي تسسيطر على الكثير من الفعالities السلوكية او الفسلجية في افراد النوع الواحد من الحشرات. ومن خلال الدراسات التي قام بها المختصون في هذا المجال فقد تم التوصل إلى الكثير من الحقائق حول كيفية تشخيص وتصنيع وفرملة Formulation هذه المواد واستعمالها بطرق مختلفة في مقاومة الحشرات، أن كثير من هذه الطرائق أصبحت الآن تطبق في الوقت الحاضر على نطاق تجاري واسع وخاصة في بلدان العالم المتقدم.

الفرمونات Pheromones:

هي المواد الكيميائية التي يتم افرازها خارجياً من قبل بعض الحيوانات (خاصة الحشرات) التي تؤثر في فسلجة وسلوك الحيوانات الأخرى العائدة لنوع نفسه. يتم إنتاجها بوسطة عدد خارجية خاصة Special exocrine glands ، إذ يتم اطلاقها في اوقات معينة لمنع او تحفيز بعض الوظائف البابيولوجية في الكائنات الأخرى. كما يتم اطلاق الفرمون خارج الجسم للتأثير في فسلجة او سلوك افراد المجتمع. الفرمونات التي يكون لها تأثير واسع ومبادر تسمى Releaser بالمقابل فإن Primer pheromones يظهر تأثيرها الفسلجي بعد مدة معينة. من الأمثلة على النوع الاول أن الأنثى تقوم باطلاق مادة كيميائية في الهواء تحفز الذكر على الطيران باتجاهها كما أن الفرمونات التي يتم اطلاقها من قبل الملكات في الحشرات الاجتماعية لتنبع نمو المبايض في الإناث هي من نوع Primer.

تقسم الفرمونات بحسب نوع السلوك الذي تحدثه: المحفزة Stimulant يمكن أن تحدث استجابة معينة مثل الحركة Locomotion ، وضع البيض Egg-laying ، التغذية Feeding بينما الـ Deterrents يمكن أن تمنع احد هذه النشاطات. الفرمونات التي تؤدي بالحيوان الى التوجه نحو مصدر اطلاق الفرمون تسمى Attractants ، بالمقابل فإن Repellents التي تحفز على الحركة بعيداً عن مصدر اطلاق الفرمون.اما الفرمونات التي تؤدي الى تناقض في سلوك الحركة والدوران تسمى Arressant.

اما من الناحية الكيميائية فأن Pheromones عبارة مركبات كيميائية متبايرة تفرزها الحشرات تكون على شكل اشارات كيميائية بين الافراد وتؤثر في السلوك او الفسلجة بطريقة مشابهة لتأثير الهرمونات Hormones وتكون الفرمونات ضرورية للعديد من اشكال السلوك مثل التزاوج ، الدلالة على مصادر الغذاء والتنبيه والتنظيم الاجتماعي .

أن مصطلح Pheromones مشتق من الكلمة الاغريقية Pheran معناها بالإنكليزية To transfer في الحيوانات يتم إنتاجها بواسطة غدد خاصة واطلاقها من خلال سوائل الجسم

بعضها اللعاب Saliva. معظم الفرمونات تتكون من مركبين او اكثر ويجب اطلاقها او افرازها بحسب محددة لتكون ذات فعالية بايولوجية.

توجد الفرمونات في عالم الحشرات وتكون فعالة بكميات قليلة جداً كما أن بعض الفرمونات التي تطلقها دودة الحرير (الإناث) مثلاً يمكن أن تحس بها الذكور من على بعد ميل واحد. ويمكن لذكور العثة الغجرية moth Gypsy أن تتحسس لتراكيز منخفضة من الفرمون الذي تطلقه الإناث بمعدلات منخفضة جداً تصل إلى جزيئة من الفرمون في 1×10^{17} جزيئة من الهواء ويتم التحسس بالفرمونات بواسطة مستلمات حسية خاصة تسمى Chemosensory organs.

نظرة تاريخية:

- اقترح العالم الحشري الامريكي Joseph A. Lintner عام 1870 أن الروائح الكيميائية التي تطلقها الحشرات يمكن استعمالها في مكافحة الحشرات، وفي العام نفسه لاحظ العالم الفرنسي Henri Fabre إنجذاب حوالي 150 من ذكور حشرة moth Peacock من على بعد عدة أميال إلى أنثى الحشرة التي تطلق الفرمون.
- عام 1957: طور العالم البابيولوجي الالماني Schneider جهاز الـ Electroantenogram (EAG) الذي يستعمل فيه قرن الاستشعار للتحسس بالفرمونات كهربائياً.
- عام 1959: قام العالم الكيميائي الالماني Adolf Butenandt بعزل وتشخيص اول فرمون حشري لعثة الحرير المسمى Bombykol.
- عام 1959: قام العالم الالماني Peter Karlson والسويسري Martin Lüscher باستعمال مصطلح Pheromones لوصف المركبات التي تحدث تأثير على سلوك او فسلجة بين افراد النوع الواحد.
- عام 1960: تطرق العالم الامريكي Morton Beroza الذي يعمل في وزارة الزراعة الى امكانية استعمال الفرمونات الجنسية لإرباك عملية التزاوج في الحشرات.
- عام 1960: بدأ الباحثون في مجال الفرمونات استعمال الـ GC، Mass spectrometry والـ Nuclear magnetic response لتشخيص الفرمونات الحشوية.
- عام 1961: تمكّن Colin B. Butter من تشخيص فرمون نحل العسل الذي يعمل على تنظيم التطور Development في الحشرة.
- عام 1967: العالم الحشري Harry Shorey أوضح أن الفرمونات يمكن استعمالها لإرباك التزاوج في فراشة اللهانة في الحقل.
- عام 1970: طور العالم الانكليزي John Kenedly Wind tunnel.
- عام 1970: بدأ المزارعون باستعمال الفرمونات في عمليات الرصد والتتبع للتقليل من استعمال المبيدات.
- عام 1971: استعمل العالم Wendell Roelofs EAG لتشخيص فرمونات دودة ثمار التفاح.
- عام 1978: تم تسجيل اول فرمون للاستعمال التجاري في الولايات المتحدة لإرباك دودة جوز القطن.
- عام 1980: تم استعمال الفرمونات في اكثر من مليون مصيدة ضد خنافس القلف في السويد.
- عام 1990: تم التوسيع في استخدام الفرمونات لإرباك التزاوج بكفاءة عالية للمساعدة في تقليل اضرار الحشرات لأشجار الفاكهة، الطماطة، الرز، القطن والاعناب.

الفرمونات الحشوية والتخاطب Insect Semiochemical and Communication

تعد الحشرات لعوامل متعددة من أنجح الكائنات الحية في البقاء والعيش في ظروف بيئية مختلفة لقابليتها وتكيفها غير الاعتيادي، واحدة من هذه العوامل هو امتلاكها حاسة شم

متخصصة بشكل دقيق. تعد الحشرات من أكثر المحاجم الحيوانية التي تعتمد على حاسة الشم لأنجاز مدى واسع من الأنماط السلوكية التي بعضها يكون معقد جداً. ذكر العالم Stoddart (1976) أن اغلب أنواع الالبان 4000 نوع قد طورت حاسة شم حادة وقوية كذلك الحال لأكثر من مليون نوع من أنواع الحشرات تعتمد عليها في كثير من الأحيان خاصة في اختيار العائل النباتي أو أماكن وضع البيض أو تعيين موقع الفريسة أو في الدفاع أو الهجوم كذلك اختيار الجنس الآخر لغرض التزاوج وعليه التكاثر وتنظيم الأنشطة الاجتماعية المختلفة والمعقدة في بعض أنواع الحشرات واي سلوك آخر.

لم يحاول العالم Moses Harris من خلال تعليماته إلى المهتمين بجمع الحشرات توضيح أهمية الرائحة التي تستخدمها ذكور عنة البلوط *Lasiocampa quercus* لإيجاد الإناث، وبعد مرور قرن تقريباً جاء العالم الفرنسي J.H. Fabre الذي يعد من أوائل المهتمين بالسلوك Ethology فقد قام بتجربة بسيطة على النوع نفسه وحشرة *Saturiana Peacock moth* (*pyri*, 1913, Fabre)، في أحدى ليالي شهر مايس خرجت احدى الفراشات من تجريرته وفي الأيام اللاحقة استطاع Fabre اصطياد أكثر من 150 من ذكور *Peacock moth* التي جذبت إلى بيته خلال مدة 8 يوم، وأوضح أن معظمها جاءت من على بعد عدة أميال كما لاحظ إنجذاب ذكور كلا النوعين إلى الأقفال بعد ازالة الإناث العذرية منها وقد تنجدب إلى غصن البلوط الذي حطت عليه مسبقاً، وهذا ما دعاه للاستنتاج بأن الإناث تطلق رائحة يمكن أن تمتص absorbed من قبل مواد مختلفة التي تستطيع الذكور التحسس بها عن طريق قرون الاستشعار. لقد وضع مصيدة بسيطة باستخدام قنينة ذات عنق ضيق ووضع فيها طعم يتكون من قطعة قماش صوفية امضت الإناث عليه مدة من الراحة كما لاحظ بأن الذكور تدخل القنينة لا يمكنها الخروج.

لقد تم اختراع الكرومتوغرافي الغازى Gas-liquid chromatography نهاية القرن التاسع عشر إذ امكن استعماله في الكشف وتشخيص الكميات الضئيلة من المواد المتطايرة التي تستعمل في التخاطب بين إناث وذكور العث ولتطوير مصائد لمقاومة مثل تلك الحشرات، ليس من الغريب أن نرى بعض أنواع الحشرات تكون نشطة أثناء الليل مثل أنواع العث والحشرات الاجتماعية التي تعيش في خلايا مغلفة تعتمد بدرجة كبيرة على الإشارات الكيميائية واصبح من الواضح أن هذه المركبات لا تستخدم للتجادب فقط لكن للسيطرة على تطور الحشرات.

لقد افترض العالمان Karlson & Lüscher (1959) المصطلح Pheromon هي كلمة اغريقية معناها حامل الاثارة Carrier of excitation لوصف المركبات الكيميائية التي يطلقها الحيوان مثل التي لها رد فعل مؤثر مثل تحفيز سلوك معين ادى لتأثيرات على عمليات التطور بين الأفراد التي تعود الى النوع نفسه. لقد قام Wilson & Bossert (1963) بتقسيم الفرمونات الى:

1. Primers Pheromones: الفرمونات التي تحفز او تؤدي الى حدوث تغيرات فسلجية عند الأفراد المستلمة لها مثل ذلك بعض الفرمونات التي تحفز النضج الجنسي او تكوين الطوائف في الحشرات الاجتماعية.

2. Releaser Pheromones: الفرمونات التي تعمل بصورة مباشرة على الجهاز العصبي لأحداث رد فعل سريع في سلوك الأفراد المستقبلة لها مثل الفرمونات الجنسية التي تجذب الذكور لغرض التزاوج.

تسمى المركبات الكيميائية التي لها دور في عملية التخاطب بـ Semiochemicals كما في مخطط رقم (1).

Chemicals involved in communication are now known semiochemicals التي قسمها Fenny (1971) الى مجموعات رئيسان: الاولى Pheromones والثانية Allelochemicals وهذه تعمل بين الأنواع المختلفة وتقسم بدورها الى مجموعتين هي Allomones والـ Kairomones (Brown, 1970). الالومونات: مادة او خليط من مواد كيميائية تطلق من كائن حي تكون غير مفيدة للأفراد

المستقبلة لها وتعود للكائن هي اخر مثل الافرازات الدفاعية Defense secretions هي اشارات كيميائية تكون فيها فائدة للافراد المطلقة لها مثل الافرازات الدفاعية. اما الكيرمونات فهي مفيدة للافراد المستلمة لها مثل الافرازات التي تحسس لها الطفيليات والمفترسات. حاليا يجب الابقاء على هذا التقسيم لتجنب العديد من الافتراضات حول الفائدة النسبية لإشارة كيمياوية معينة. إذ يمكن أن يشار الى مركب بأنه يلعب دور كيرمون مرآة والومون في اخرى.

أن عدم ملائمة تصنيف الـ Semiochemicals تكون واضحة عندما نلاحظ مثلاً أن الافرازات التي تطلقها شغالة النمل عندما تواجه تهديدات معينة يمكن أن تدعى فرمونات التبيه Alarm pheromones لأنها بصورة عامة تساعد على زيادة الفعالية والتجمع لافراد المستعمرة في ذلك الموقع. أن بعض أنواع النمل تطلق حامض الفورميك Formic acid الذي يكون له التأثير نفسه لكن له سمية قوية خاصة لللافقريات الاخرى لذلك يمكن أن يعد حاله التداخل الذي يحصل بين بعض أنواع النمل الاسترالي المفترس kairmone pheromones او allomone وفق الحاله وفي الحقيقة يمكن أن يعمل كـ Myrmecia glulosa وفريسته النمل Camponotus، فعندما ينجذب النمل المفترس اعلاه الى حامض الفورميك الذي تطلقه الفريسة النمل Camponotus للدفاع.

كذلك هناك صعوبات اخرى عند التقسيم مثلاً الى Sexual، Aggregation، Alarm....الخ. وفق التأثير المفترض، كذلك الفرمون الجنسي قد يسيطر على مجموعة من الأنماط السلوكية Behavior patterns مثل الطيران عكس الرياح up wind flight، Orientation up and odour gradient landing، فرمون التبيه للحشرة الاجتماعية قد يساعد على عمليات البحث عن الغذاء، المهاجمة والطرد Attack & Repellent بالاعتماد على التراكيز والظروف الاخرى. قد تحدث بعض الافرازات عدد من الأنماط السلوكية والسبب في ذلك أن الفرمونات تتكون من عدة مركبات Multicomponent. عندما يكون المركب الكيمياوي غير موجود اصلاً بالحيوان فعل مشابه للفرمون Pheromones- like action فيسمى في هذه الحالة Parapheromone من الامثلة على ذلك المركب الكيميائي الذي صنع Trimedlure هو من احسن الجاذبات المعروفة لذكور ذبابة البحر الابيض المتوسط Ceratitis capitata الذي اكتشف عن طريق الفحص الدوري لعدد من المركبات الكيميائية.

الاشارات الكيميائية Chemical signaling

أن التخاطب الكيميائي كما لوحظ سابقاً يكون اكفاً في بعض الحالات، ولفهم لماذا يكون من الضروري النظر الى مكونات نظام التخاطب هذا نتيجة لمختلف المنبهات الداخلية او الخارجية التي تؤثر على الحيوان، أن انتقال رسالة message على هيئة اشارة مشفرة a signal in coded form تفسيرها لتعطي معنى خاص كما يمكن ملاحظة ذلك على الحيوان المستلم من خلال التغير الذي يحصل في السلوك في حالات مختلفة لأن النظر الى الاشارة بمفردها لا يسمح لنا بالتبين بما سيفعله الحيوان. أن الاعتقاد السائد هو أنه من خلال مراحل التطور فإن العديد من الاشارات في الحيوان أصبحت مميزة جداً لتجنب الالتباس وتميل لإسغال موجة ذات مقاييس خاص لا تتدخل كثيراً مع تلك المستخدمة من قبل حيوانات اخرى. من هنا جاء مفهوم قنوات التخاطب Channels of communication التي يعتقد أنها قد تكون مماثلة لقنوات الراديو او التلفزيون إذ تنتقل الاشارات عبر موجات ذات تردد معين ضيق Narrow frequency band وكل موجة تحمل بصورة عامة أنواع مختلفة من المعلومات. الاشارات الكيمياوية لها عدة فوائد منها استخدامها في الظلام، كما بامكانها المرور حول العوائق من دون انعكاس لذلك فإن الحيوان الذي يطلق الاشارة يبقى بعيداً عن الانظار، ويمكن استعمال المركبات غير المتطايرة نسبياً لتعليم مصادر الغذاء والمسارات لمسافات طويلة. المركبات الطيارة يمكنها أن تنتقل لمسافات طويلة خلال الرياح ويضاف لها مركب او اكثر لجعلها اشارة متخصصة وفي كل حال أن هذه

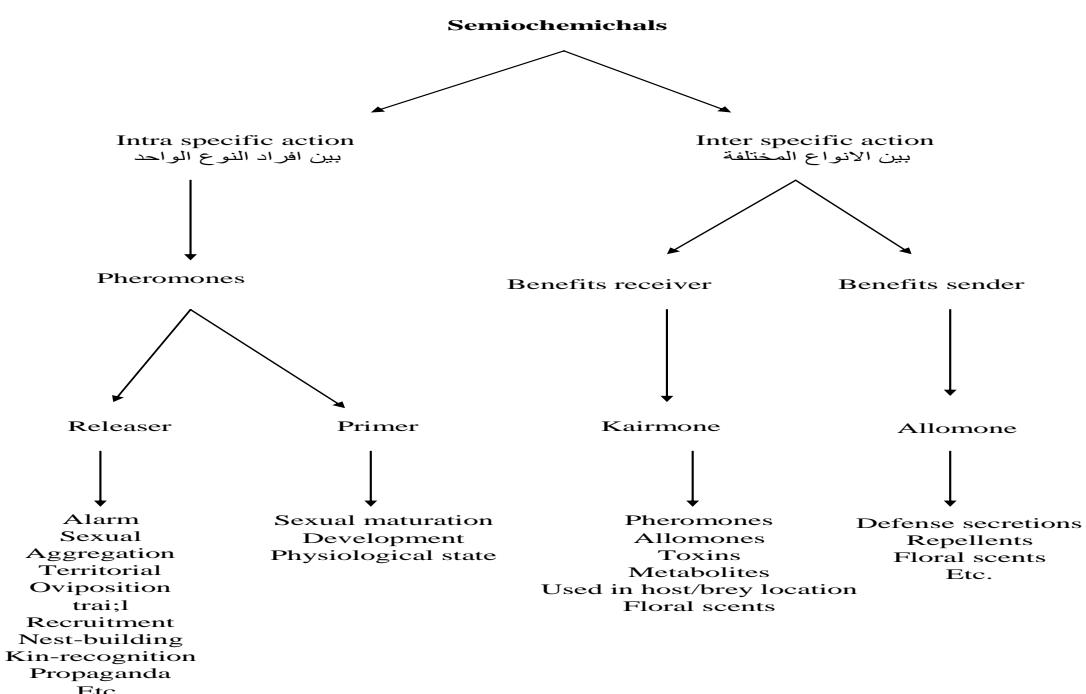
المركبات لا تتميز بالعناصر المكونة منها وحسب إنما بحسب وتركيز الإطلاق كما يمكن الحصول على قناة ضيقة للتخطاب الكيميائي إذ كانت أعضاء الحس للمستلم حساسة جداً لمكونات الاشارة. من المآخذ على الاشارات الكيميائية أنه لا يمكن ازالتها او ايقاف تأثيرها او تبديلها بسهولة كما هو الحال عليه بالاشارات المرئية او اللمسية لذلك لا يمكن تبديلها بسهولة.

الضوضاء :Noise

هناك عدة فوائد لقنوات التخطاب الكيميائي ذات المدى المحدود narrow channel of chemical communication منها:

1. عند التخطاب يكون أكثر تخصصاً more private
2. يمكن المحافظة وتوفير الطاقة energy can be conserved
3. يمكن الربط بين حساسية المستقبل الحسي والتخصص لإطلاق كميات ضئيلة من المركب من قبل المرسل.

أن لبقاء persistence او تكرار الاشارة يعد نوع من redundancy، وقد تكون الاشارة مطولة (زاده عن الحد الطبيعي redundant) إذ لم يستطع المستلم تقسيرها بصورة واضحة او صحيحة الى أن تكتمل. من فائدة التكرار redundancy يساعد على التخلص من ظاهرة الضوضاء noise في قنوات التخطاب السمعي acoustic communication لذا تفسر الضوضاء على أنها ظاهرة يمكن أن تؤثر او تتدخل مع الاشارة اما التخطاب الكيميائي فالضوضاء تعني بقية المركبات الكيميائية الاخرى التي يمكن للمستلم تحسسها او الاشارات الاخرى المرئية والسمعية منها فأنها تجذب انتباه المستلم، وممكن أن يكون redundancy جزء من الاشارة لتعطي فرصة للمستلم بالتبؤ (المعرفة) بالجزء المفقود جراء الضوضاء وهذا ما يحدث حتى في التخطاب بين البشر عند استلام موجة قصيرة او اسقبالها على الراديو فيها ضوضاء لذا على المرسل اعادة الارسال مراراً مع هذا أن الاشارات الكيمياوية عموماً يمكنها البقاء لمدة طويلة بسبب اطلاقها لمرات مستمرة وطويلة مع كونها تتتألف من عدة مركبات البقاء لمرات متعددة مجاميع مختلفة من اجهزة الاستلام لتمييزها او التحسس بها. multicomponent



شكل (1)

الاتصال الكيميائي في دودة الحرير

Chemical communication in silk moth *Bombyx mori*:

يمكن دراسة الاتصال الكيميائي في دودة الحرير بسهولة ذلك لأن هذه الحشرة كبيرة الحجم كما أن الذكور حساسة تجاه فرمونات الإناث، لقد قام العالم Butenandt وجماعته (1959) بتشخيص أول فرمون جنسي وكان لدودة الحرير وكما هو الحال عليه في بقية أنواع العث العائد لرتبة حرشفية الاجنحة أن إناثها العذرية تنتج فرمون متغير من عدد قع في نهاية البطن تركيبه الكيميائي (E)-10-(z)-12-hexadecadien-1-ol المعروف تجارياً بـ Bombykol الذي شخص من مستخلصات نهاية البطن لـ 250.000 من إناث الحشرة اطلق المركب في الهواء من قبل الإناث ويتم استلامه وتحسنه باعطاء الحس المتخصصة الموجودة على قرون استشعار الذكر باستمرار الذكر بالطيران خلال عمود الهواء الحاوي على الفرمون حتى ايجاد الطريق والوصول إلى الأنثى.

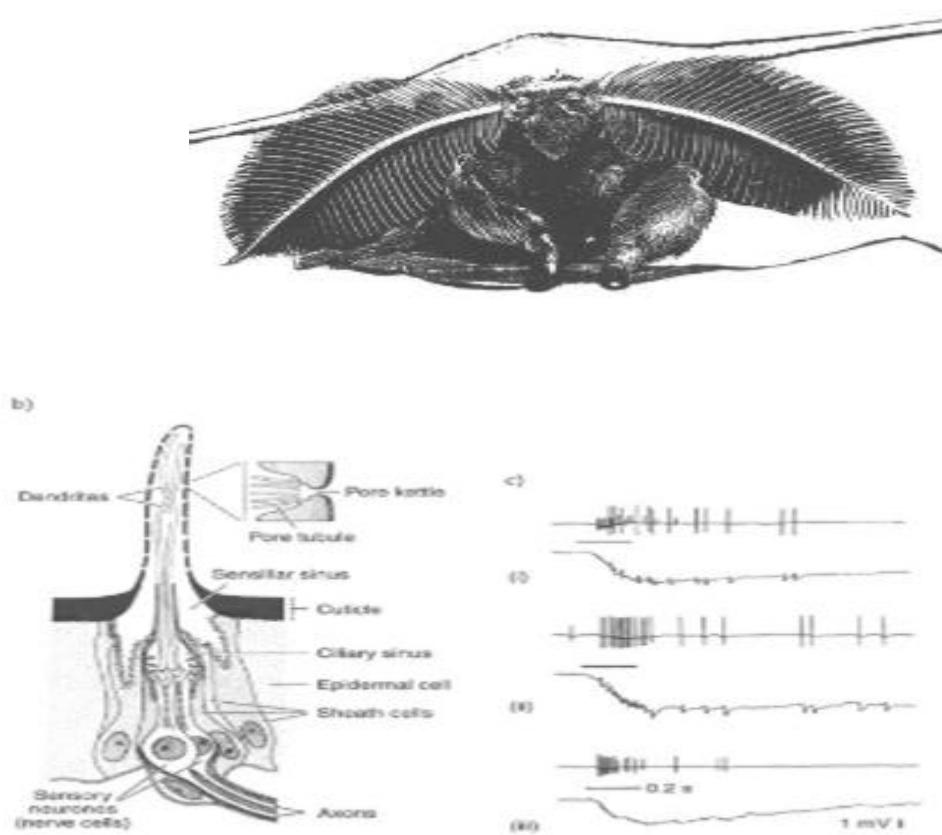
أن المستلمات الحسية هي شعيرات حسية Trichoid sensilla كما في الشكل (3) كل منها محاط بخليتان عصبيتان الأولى متخصصة لمركب Bombykol والثانية متخصصة لبقية المركبات الثانوية الأخرى مثل Aldehyde المسممة، Bombykol، أن السوط أو قرن الاستشعار يحوي عدد كبير من الشعيرات المتفرعة الجانبية الحاوية على الخلايا الحسية سالفة الذكر. قد دلت التجارب عند مرور تيار هوائي من خلال الشعيرات فإنها تقوم بامتصاص حوالي 80% من تلك من الجزيئات والشفرة هنا كانت حول التزاوج إذ تنتقل الإشارات من الغدد البطنية للأنثى على شكل إشارة مشفرة بسيطة Simple coded signal ومستقبلات الإشارة موجودة على قرن استشعار الذكر ومعنى الإشارة يتضح للذكر من خلال التحرك والطيران عكس الرياح لذا من الضروري التأكيد على قناة الاتصال الكيميائي في هذه الحالة لأنها ذات ابعد محدودة وضيقه جداً. يمكن القول هنا أن الإشارة تحمل خلال مركب واحد أو مركبات قليلة التي يكون المستقبل حساس لها، او بعبارة أخرى أن المستلم قد يتوجه ليصبح قريباً جداً من مصدر الإشارة المنبعثة وبالطريقة ذاتها التي يحدث بها الاتصال السمعي بين الحيوانات ضمن موجات ذات تردد واطئ لتتمكن الأذن من تحسسها، هذا التوجه يمكن الوصول إليه من خلال عملية تعرف Sensory filtering التي يسمح عضو الحس هنا من خلال فتحة بمرور ترددات معينة من الطاقة المنبعثة او لمركبات معينة او لطول موجي معين من الضوء او الطيف المرئي. من الواضح أن قناة الاتصال تعد من خصائص كلاً من المرسل والم المستقبل وبصورة عامة أن قناة

الاتصال الضيق narrow communication channel أنها متخصصة بالحشرة والمستلمات المنبعثة هذه المستلمات تسمى Odour generalist وعكسها Odour specialist التي تستجيب لمدى واسع من الروائح كما في الشكل (4). أن فائدة التخصص هو لتصفية المعلومات غير الضرورية لبقاء الحشرة او يمكنها زيادة معدل الإشارة: الضوضاء- Signal: Noise عن طريق حذف معظم الضوضاء التي تعني زيادة التخصص، فكلما كانت قابلية التصفية كبيرة كان الجهد أقل لزيادة فعالية الجهاز العصبي.

يمكن الحصول على قناة ذات مدى ضيق للاتصال مثلاً من خلال عملية التصفية الحسية او بزيادة تعقيد الإشارة Increasing the complexity of the sign Sensory filtering

من أبسط الأمثلة على ذلك. هو الحصول على مفتاح له سنان tow teeth تتطابق مع

القفل ♂ بدلاً من سن واحدة - هو الحصول على فرمون يتكون بدلاً من واحد dicomponent pheremone وللحصول على تخصص أكثر يمكن ذلك من خلال الاختلاف في نسب المركبين إلى بعضهما (إضافة سن أكبر للمفتاح السابق). أن الاختلاف في تقييم جزيئه فرمون يكون قليلاً في الأنواع المتقاربة إذ أن هناك أنواع من حرشفيات الجنحة تعود لعائلات Pyralidae و Noctuidae و Tortricidae، Straight-chain hydrocarbon مع مجموعة فعالة function group و هايدروكربون في نهاية السلسلة لذا يمكن التمييز بين الأنواع بتغيير طول السلسلة بين 10 إلى 18 ذرة كarbon، المجموعة الفعالة، عدد الاواصر المزدوجة او المشابهات الهندسية geometrical isomers.



شكل (2)

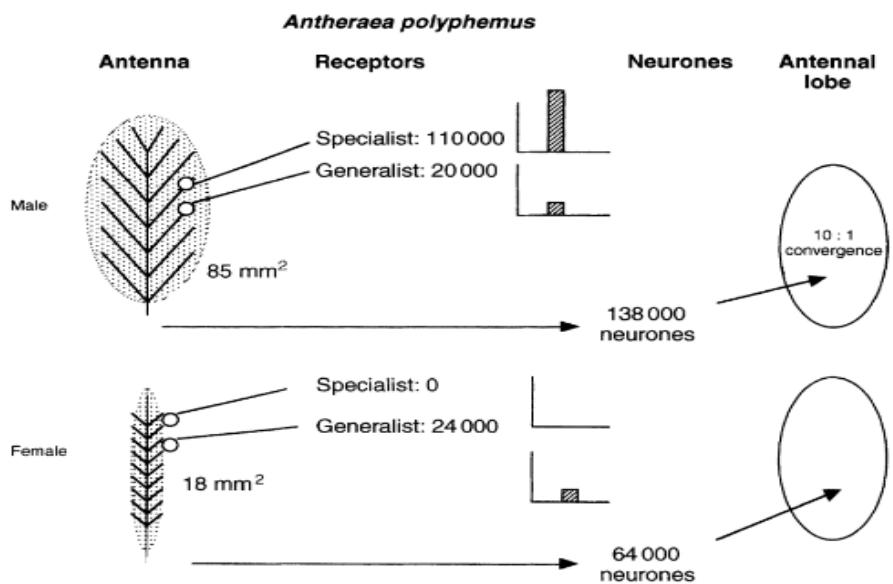


Fig. 1.4 Chemosensory equipment of *Antheraea polyphemus* male and female moths compared (data from Meng *et al.*, 1989, and Kaissling, 1972). The male antennae cover a larger surface area and have a very high density of specialist receptors tuned to the pheromone components of the female. The female has only generalist receptors which facilitate recognition of foodplant volatiles, etc. The 10:1 convergence of receptor axons on to neurones in the antennal glomeruli (right of figure) permits the summation of sub-threshold stimuli from only a few receptors.

شكل (3)

فرمونات نحل العسل :The Honey bee

ان فرمونات نحل العسل تتكون من خليط من مواد كيميائية تطلق من أحد افراد النحل داخل الخلية أو في البيئة التي تؤدي الى حدوث تغيرات فسلجية او سلوكية في الأفراد الأخرى. يمتلك نحل العسل نظام معقد للاتصال والمعروف انها تمتلك 15 غدة تنتج مختلف المركبات . الفرمونات تكون متطابقة او غير متطابقة . الفرمونات مواد كيميائية تطلق من قبل الملكة ، الشغالات worker والتي تؤدي الى حصول استجابة الأفراد الأخرى ويتم استلامها من قبل قرون الاستشعار وبقية إجزاء الجسم الأخرى، وممكن تقسيم فرمونات نحل العسل الى مجموعتين Releaser Pheromones والتي يكون تأثيرها مباشر والثانية Primer pheromones والتي يظهر تأثيرها بعد مدة والـ Primer Ph تؤثر على فسحة الأفراد المستلمة لها ام الـ Releaser Ph فتؤثر في سلوكها بصورة مباشرة ، وفي بعض الحالات الخاصة ممكن ان يؤثر الفرمون بكلتا الطريقتين . الفرمونات عادة تتألف من عدة مركبات ونسب مختلفة.

1- فرمونات التنبية Alarm Pheromones

تم تشخيص مجموعتان من هذا النوع الاولى تطلق من غدة Koschevnikov gland تقع بالقرب من غدة اللسع وتتألف من اكثر من 40 مركب كيميائي ومنها مركبات (IPA)

hexyl acetate ، octanol ، 1 - hexanol ، butyl acetate ، Isopentyl acetate و هذه المركبات ، nonanol و 2 - n - pentyl acetate ، octyl acetate ،

ذات وزن جزيئي قليل (Low molecular weights) وتكون لهما قابلية عالية على التطابير و تكون الأقل تخصصاً من الفرمونات . تطلق فرمونات التنبية عندما تلدغ النحلة احد الحيوانات و تعمل على جذب أفراد النحل الاخر الى المكان و تجعل بقية (وتحفز) الافراد لاتخاذ موقع الدفاع ، الدخان يمكن ان يؤثر على فرمونات التنبية . يطلق الفرمون الآخر من الغدد الفكية و يتكون

من heptanone - 2 و يكون متطابر أيضاً، ويكون له تأثير طارد ومن المفترض انه يستخدم لطرد الاعداء والنحل السارق (robber bees). تبدأ كمية هذا المركب بالزيادة التدريجية في جسم النحل وخاصة في الشغالات التي تبحث عن الغذاء foragers ، ولذلك فمن المقترح انه يستعمل

الـ heptanone -2 من قبل الشغالات لتعليم المصادر التي يتم زيارتها حديثاً لكي لا تقوم شغالات أخرى بزيارتها .

2 – فرمون التعرف على الحضنة Brood recognition Pheromone

يتم إطلاقه من قبل يرقات والعذاري وهذا يمنع تطور المبايض في الشغالات ، وتساعد الشغالات التي تقوم برعاية الحضنة nurse bees للتمييز بين يرقات الشغالات عن يرقات الذكور والعذاري . يتكون هذا الفرمون من 10 مركبات من fatty – acid esters وتحتاج نسبة مكونات هذا الفرمون بأختلاف العمر .

3 – فرمونات الذكور Drone pheromone

تنتج الذكور فرمون يساعد على جذب بقية الذكور الطائرة وتجمعها في الموقع الملائم للتزاوج من الملائكة العذراء.

4 – فرمونات غدة دوفر Dufour's gland Pheromone

تفتح هذه الغدة في الجهة الظهرية لجدار المهبل ، وتقوم بإطلاق إفرازاتها القلوية alkaline products في تجويف المهبل ومن المفترض أن توضع البيوض التي يتم وضعها وفي الحقيقة فإن هذه الإفرازات تساعد الشغالات في التعرف على البيوض التي تضعها الملكة وبين البيوض التي تضعها الشغالات.

5 – فرمونات تعليم البيوض Egg marking pheromone

وهذا الفرمون مشابه للفرمون السابق (أعلاه) ويساعد الشغالات التي تقوم برعاية الحضنة nurse bees أيضاً في التعرف على البيوض التي وضعتها الملكة عن بقية البيوض التي تضعها الشغالات .

6 – فرمون الاثر Foot print Pheromone

يتم وضع إثناء السير (المشي) النحل ويكون مفيد مع فرمونات Nasonov للبحث عن الرحيق . وفي الملكة يكون هذا الفرمون عبارة عن (أفراز دهنی) oily secretion of the queen's tarasal glands ووضعها على الأقراص الشمعية حين مرورها عليها ، وهذا يقوم بمنع بناء البيوت الملكية ولذلك فإنه يمنع التطريد swarming .

7- فرمون السروج Forager Pheromone

يتم اطلاق مركب Ethyl oleate من قبل الشغالات الكبيرة بالعمر للتأثير على سرعة نضوج الـ nurse bees ، وهذا الـ primer pheromone يعمل عند إطلاقه بصورة منتظمة لحفظ على التوازن الطبيعي (النسبة) بين الشغالات التي تقوم برعاية الحضنة nurse bees والسارحة forager bees لصالح الخلية .

Nasonov pheromone -8

يتم إطلاقه من قبل الشغالات ويستفاد منه في عمليات التوجه orientation .

9- بقية الفرمونات الأخرى other pheromones

والتي يتم إنتاجها في معظم أنواع النحل وتتضمن tarsal pheromone ، rectal gland pheremone

Tergite gland pheromone ، wax gland and comb pheromone

انواع فرمونات الملكة Types of Queen Honeybee pheromones

Queen mandibular pheromone -1

ويتم إطلاقه من قبل الملكة ويعد من أهم الفرمونات التي يتم إطلاقها في الخلية 1 - تؤثر في السلوك الاجتماعي social behaviour ،

2 - إدامة الخلية swarming ، 3 - التطريد maintenance of the hive ،

4 - سلوك التزاوج mating behaviour

5 - منع تطور مبايض الشغالات inhibition of ovary development in worker bees

. التأثيرات يمكن ان تكون على المدى القصير او البعيد short and long term .

لقد أتضح با ان المركبات التالية تكون ضرورية في مايعرف بسلوك الـ retinue behaviour (attraction) وإنجذاب الشغالات الى ملكتها وبقية التأثيرات الأخرى .

(E)-9-Oxodec-2-enoic acid (9-ODA)

يمعن او يؤثر على تربية الملكات وكذلك تؤثر وتنمع نمو مبايض الشغالات ، له تأثير جاذب جنسي قوي للذكور عندما تكون في حالة الطيران ، ويكون ضرورياً للشغالات للتأكد من وجود الملكة في الخلية .

(R,E)-(-)-9-Hydroxy-2-enoic acid (9-HDA)

يساعد على استقرار الطرد وله تأثير مهدئ (calming)

(S,E)-(+)-9-HDA)

Methyl- p- hydroxy benzoate (HOB)

4-Hydroxy-3-methoxy phenylethanol (HVA)

يتالف الفرمون الصناعي للملكة (QMP) من خليط من خمسة مركبات هي :

9-ODA ,(-) isomer (9- HDA) ,(+) isomer of (9-HDA), H0B and HVA

. وبالنسبة التالية حسب التسلسل 1:10:22:50:118 .

Queen retinue pheremone (QRP)

تم تشخيص أربعة مركبات وقد وجد فيها المركب Coniferyl alcohol في الغدد الفكية وأن خليط من 5 QMP والـ 4 مركبات التالية تعرف بما يسمى Queen retinue pheremone . ويرمز له بـ QRP .

و هذه المركبات التسعة تكون ضرورية لسلوك الـ retinue attraction لجذب الشغالات حول ملكة الخلية .

Methyl (2) – octadec-9- enoate

(E)-3- (4-hydroxy -3- methoxy phenylethanol) –prop -2-en-1-al

Hexadecan -1-al

(Z9,Z12,Z15) – octadeca – 9,12,15 – trienoic acid